

③① Priorité: 18.11.86 FR 8615996

④③ Date de publication de la demande:
08.06.88 Bulletin 88/23

④④ Etats contractants désignés: DE GB IT NL

⑦① Demandeur: THOMSON HYBRIDES ET MICROONDES
173, bld Haussmann
F-75008 Paris (FR)

⑦② Inventeur: Gloanec, Maurice
THOMSON-CSF SCPI 19, avenue de Messine
F-75008 Paris (FR)

Jarry, Jacques-Jean
THOMSON-CSF SCPI 19, avenue de Messine
F-75008 Paris (FR)

Lailler, Jean-Luc
THOMSON-CSF SCPI 19, avenue de Messine
F-75008 Paris (FR)

⑦④ Mandataire: Tebourreau, James et al
THOMSON-CSF SCPI 19, avenue de Messine
F-75008 Paris (FR)

DOC

⑤④ Circuit de mesure des caractéristiques dynamiques d'un boîtier pour circuit intégré rapide, et procédé de mesure de ces caractéristiques dynamiques.

⑤⑦ L'invention se rapporte au domaine de la mesure des caractéristiques dynamiques des boîtiers d'encapsulation pour circuits intégrés rapides (1 GHz).

Le circuit de mesure comprend au moins deux amplificateurs (4, 5) intégrés sur un substrat semiconducteur (3). Ces amplificateurs ont mêmes impédances d'entrée et de sortie que celles du circuit rapide à encapsuler dans le boîtier. L'implantation des amplificateurs (4, 5) est très lâche pour qu'il n'y ait pas de couplage interne, et selon les mesures à effectuer, les deux amplificateurs sont implantés en parallèle (4, 5) ou en anti-parallèle (5, 6). Pour mesurer les caractéristiques dynamiques d'un boîtier, un circuit de mesure est monté dans un boîtier, et un signal (V_e) est adressé sur une connexion d'entrée (11) du boîtier. De la mesure du signal (V_s) recueilli sur une connexion de sortie (15), on déduit les coefficients de transmission (T) et de couplage (C).

Application aux boîtiers de circuits rapides.

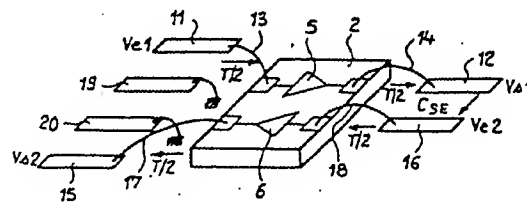


FIG. 8

Description

CIRCUIT DE MESURE DES CARACTERISTIQUES DYNAMIQUES D'UN BOITIER POUR CIRCUIT INTEGRE RAPIDE, ET PROCEDE DE MESURE DE CES CARACTERISTIQUES DYNAMIQUES

La présente invention concerne un dispositif de détermination des performances dynamiques d'un boîtier d'encapsulation de circuit intégré rapide, du genre des circuits intégrés logiques ou linéaires sur arsénure de gallium ou matériaux III-V. L'invention comprend également le procédé de test des caractéristiques dynamiques d'un boîtier, au moyen du dispositif selon l'invention.

Le développement des nouvelles techniques de circuits intégrés sur arsénure de gallium Ga As ou composés ternaires Ga Al As de matériaux de la famille III-V, fonctionnant à des fréquences de travail supérieures à 1 GHz, nécessite la disponibilité de moyens d'encapsulation de très hautes performances en vitesse.

Le problème posé par l'encapsulation de ces circuits intégrés, dits subnanosecondes, consiste à assurer l'assemblage d'un composant dans un boîtier sans que celui-ci ne détériore les performances électriques intrinsèques du circuit intégré encapsulé. Pour ce type de circuit intégré, les boîtiers sont très généralement des boîtiers céramiques plats, et la demande de brevet français n° 82 11 399, appartenant à la demanderesse, révèle un boîtier plat dont les connexions externes sont constituées entièrement par des micro-bandes adaptées, en impédance : ce boîtier constitue un progrès très intéressant dans l'encapsulation des circuits rapides.

L'objet de la présente invention est un dispositif et un procédé qui permettent la mesure in situ, c'est-à-dire dans les conditions réelles de fonctionnement des circuits intégrés, des performances électriques de boîtiers fonctionnant à très haute fréquence, tels que ceux décrits dans la demande de brevet précédemment citée.

Le dispositif selon l'invention consiste en un ensemble de deux amplificateurs identiques, ou préférentiellement trois amplificateurs identiques intégrés sur une même pastille de matériau semiconducteur, branchés en parallèle, et ayant chacun un plot d'entrée et un plot de sortie indépendants des plots d'entrée et de sortie des autres amplificateurs. Deux amplificateurs sont intégrés en parallèle - plots d'entrées voisins, plots de sorties voisins - et deux amplificateurs sont intégrés tête-bêche.

Le procédé consiste à monter cette pastille d'amplificateur dans le boîtier dont on veut mesurer les caractéristiques à très grande vitesse, et à mesurer les coefficients de transmission du boîtier entre connexions d'accès extérieures, choisies par paires sur différents côtés du boîtier.

De façon plus précise, l'invention concerne un circuit de mesure des caractéristiques dynamiques d'un boîtier d'encapsulation pour circuit intégré rapide (1 GHz), caractérisé en ce qu'il comporte, supporté par un substrat en matériau semiconducteur au moins deux amplificateurs identiques dont :

- l'impédance d'entrée correspond à l'impédance

d'entrée du circuit intégré à encapsuler dans le boîtier,

- l'impédance de sortie est identique à l'impédance de sortie dudit circuit intégré,
- les alimentations sont distinctes et le dessin d'implantation est très espacé pour que le couplage électrique soit nul,

- les métallisations des plots d'entrées et de sorties sont situées sur les bords du substrat pour que les liaisons extérieures soient courtes, lesdits bords étant choisis en regard des bords du boîtier d'encapsulation qui supportent des connexions d'accès extérieur.

L'invention sera mieux comprise par la description plus détaillée qui suit du dispositif et du procédé, cette description s'appuyant sur les figures jointes en annexes, qui représentent :

- figures 1 et 2 : les deux pastilles supportant les amplificateurs montés en parallèle et en anti-parallèle, selon l'invention,

- figure 3 : une pastille supportant trois amplificateurs, dont un monté en anti-parallèle, constituant une alternative selon l'invention aux figures 1 et 2,

- figure 4 : schéma du procédé de mesure selon l'invention du coefficient de transmission d'un boîtier,

- figure 5 : schéma du procédé de mesure selon l'invention du coefficient de couplage entre deux connexions d'accès utilisées en entrées.

- figure 6 : schéma du procédé de mesure selon l'invention du coefficient de couplage entre deux connexions d'accès utilisées en sorties.

- figure 7 : schéma du procédé de mesure selon l'invention du coefficient de couplage entre une connexion d'accès utilisée en entrée et une connexion d'accès utilisée en sortie, situées côte à côte,

- figure 8 : schéma du procédé de mesure selon l'invention du coefficient de couplage entre une connexion d'accès utilisée en sortie et une connexion d'accès utilisée en entrée, séparées par un écran.

Outre les performances mécaniques telles que l'herméticité ou la capacité à évacuer les calories, la qualité d'un boîtier utilisé en hautes fréquences est directement liée à l'aptitude qu'il présente à véhiculer les signaux très rapides de l'environnement extérieur (carte support) à la puce du circuit intégré. Ceci peut se résumer par deux critères électriques de qualité :

- la transmission électrique des connexions d'accès
- le découplage électrique entre les différentes connexions d'accès.

Le premier critère caractérise la faible dégradation des signaux cheminants, le second critère caractérise la faible diaphonie entre connexions d'accès pouvant être la cause de signaux parasites

indésirables.

La mesure de ces deux paramètres en vraie grandeur est extrêmement délicate puisqu'elle nécessiterait d'aller prélever au sein même du circuit intégré les grandeurs électriques permettant ainsi de juger de la qualité des liaisons assurées.

Le dispositif selon l'invention permet d'opérer les mesures quantitatives des performances dynamiques d'un boîtier, principalement en termes de couplage dans un environnement réel.

Ce paramètre est une donnée très importante surtout dans le cadre d'encapsulation de circuits intégrés linéaires de traitement du signal qui utilisent des grandeurs analogiques très précises, de faibles amplitudes, en cohabitation avec des signaux d'horloge de niveaux élevés, dont la fréquence peut être supérieure à 1 GHz.

L'analyse complète des spécifications des boîtiers nécessite la disponibilité de deux types de circuits illustrés de façon synoptique sur les figures 1 et 2.

Dans un premier cas, en figure 1, sur une pastille 1 de matériau semiconducteur sont intégrés deux amplificateurs 4 et 5, selon un dessin d'implantation tel qu'ils sont montés en parallèle : les deux plots d'entrées sont côte à côte sur un même bord du substrat 1, les deux plots de sorties sont côte à côte sur un bord opposé du substrat.

Dans un deuxième cas, en figure 2, sur une pastille 2 de matériau semiconducteur sont intégrés deux amplificateurs 5 et 6, mais leur dessin d'implantation est cette fois anti-parallèle ou tête-bêche : le plot d'entrée de l'amplificateur 5 est voisin, sur un même bord du substrat 2, du plot de sortie de l'amplificateur 6, et le plot de sortie de l'amplificateur 5 est voisin, sur un bord opposé du substrat, du plot d'entrée de l'amplificateur 6.

L'utilisation de ces deux types de circuits sera expliquée plus loin : elle correspond à des mesures sur des connexions d'accès situées sur deux bords opposés d'un boîtier. Si des mesures doivent être faites sur des connexions d'accès situées sur deux bords adjacents d'un boîtier à connexions périmétriques, les dessins d'implantation des amplificateurs sont tels que les plots d'entrées et sorties sont sur deux bords adjacents du substrat 1 ou 2, de façon que les liaisons par ruban métallique, entre la position du circuit et les connexions externes soient le plus court possible, pour ne pas introduire d'éléments nouveaux dans la mesure des caractéristiques d'un boîtier.

Si les deux types de circuits illustrés en figures 1 et 2 doivent être utilisés - cela dépend des mesures à faire sur un boîtier - le circuit illustré en figure 3 apporte une solution efficace. Sur un substrat 3 en matériau semiconducteur sont implantés trois amplificateurs 4, 5 et 6 qui, pris deux à deux, correspondent aux circuits précédents :

- les amplificateurs 4 et 5 sont montés en parallèle, comme sur la figure 1,
- les amplificateurs 5 et 6 sont montés en anti-parallèle, comme sur la figure 2.

Bien entendu, dans les trois cas de figures, les amplificateurs sont identiques, et leur conception ainsi que les matériaux choisis - Ga As, Al Ga

As.....etc - permettent de travailler à des fréquences au moins aussi élevées que celles pour lesquelles on veut mesurer le boîtier.

Par ailleurs, étant donné qu'en hyperfréquences un amplificateur est souvent réduit à un seul transistor, les deux ou trois amplificateurs peuvent avantageusement être implantés sur la pastille d'un circuit intégré hyperfréquence qui est encapsulé dans le boîtier dont on veut mesurer les caractéristiques.

Dans tous les cas, les deux ou les trois amplificateurs des circuits de mesure répondent aux spécifications suivantes :

- fonction de transfert linéaire inverseuse ou non

($v_s = A v_e$)

- impédance d'entrée correspondant à l'impédance d'entrée des dispositifs de la famille logique à encapsuler.

- impédance de sortie identique à l'impédance de sortie des circuits de la famille logique à encapsuler

Toutes précautions sont prises au niveau de l'implantation de ces circuits pour que le couplage électrique interne soit nul :

- lignes signal espacées (implantation très lâche)

- alimentations des amplificateurs distinctes

La figure 4 représente le schéma du procédé de mesure du coefficient de transmission d'un boîtier. En vue de simplifier la figure, seuls sont représentés :

- la pastille 1 du circuit de mesure,
- deux connexions d'accès 7 et 8 du boîtier;
- les liaisons 9 et 10 par fils ou rubans, entre l'amplificateur 4 et les connexions 7 et 8.

L'amplificateur 5 n'est pas utilisé pour la mesure du coefficient de transmission.

Soit 7 la connexion d'entrée et 8 la connexion de sortie du boîtier : dans le boîtier de la demande de brevet français n° 82 11 399, ce sont des microbandes adaptées pour la fréquence d'utilisation.

Soit T le coefficient de transmission du boîtier : ce coefficient se partage en T/2 à l'entrée du boîtier et T/2 à la sortie du boîtier. Il est dû aux éléments parasites : capacités, self des rubans 9 et 10, fuites dans les diélectriques...etc.

Si on envoie un signal électrique connu V_e - tel qu'un train d'impulsions - sur la connexion d'entrée 7, on peut mesurer un signal V_s sur la connexion de sortie 8, de la forme

$$V_s = A \cdot V_e \cdot T$$

A étant le gain de l'amplificateur 4.

Le coefficient de transmission T

$$T = (1/A) \cdot (V_s/V_e)$$

est ainsi mesuré à la fréquence d'utilisation du boîtier.

Connaissant T, on peut mesurer le couplage entre deux connexions d'accès voisines, utilisées en entrées. Selon la figure 5, un circuit de mesure conforme à la figure 1, ou à la figure 3, est utilisé : l'entrée du premier amplificateur 4 est connectée par un ruban 9 à la connexion d'entrée 7, et sa sortie n'est pas connectée. L'amplificateur 5, parallèle à l'amplificateur 4, a son entrée connectée à une connexion externe 11, voisine de la connexion 7, et sa sortie connectée à une connexion externe 12, sur un bord opposé du boîtier à celui qui supporte les

connexions d'entrées 7 et 11.

Un signal d'entrée V_e est appliqué sur la connexion 7 : l'amplificateur 5 délivre de sortie V_s , s'il y a couplage $C_{e/e}$ entre les entrées 7 et 11.

$$V_s = C_{e/e} \cdot A \cdot V_e \cdot T$$

$$C_{e/e} = (1/A) \cdot (1/T) \cdot (V_s/V_e)$$

Pour mesurer le coefficient de couplage entre deux connexions de sorties voisines, on utilise le câblage de la figure 6. Un circuit de mesure selon la figure 1 ou la figure 3 a son premier amplificateur 4 connecté par des rubans 9 et 10 à la connexion d'entrée 7 et à la première connexion de sortie 8. Le second amplificateur 5, parallèle au premier amplificateur 4, a son entrée mise à la masse, et sa sortie connectée à une seconde connexion de sortie 12, voisine de la première sortie 8.

Un signal d'entrée V_e est appliqué sur la connexion 7 : l'amplificateur 5 délivre un signal de sortie V_{s2} . Il y a couplage $C_{s/s}$ avec le signal V_{s1} , entre les deux connexions de sorties 8 et 12.

$$V_{s2} = C_{s/s} \cdot V_{s1} = C_{s/s} \cdot A \cdot V_e \cdot T$$

$$C_{s/s} = (1/A) \cdot (1/T) \cdot (V_{s2}/V_e)$$

Si deux connexions voisines, sur un même bord du boîtier, sont utilisées l'une en entrée, l'autre en sortie, le câblage de la figure 7 est utilisé pour connaître le coefficient de couplage $C_{e/s}$ entrée/sortie.

Le circuit de mesure utilisé est celui de la figure 2, ou la portion de la figure 3, dans lesquelles deux amplificateurs 5 et 6 sont montés en anti-parallèle ou tête-bêche.

L'amplificateur 5 a son entrée connectée à la connexion d'entrée 11, et sa sortie n'est pas connectée. L'amplificateur 6 a son entrée à la masse, et sa sortie connectée à la connexion 15, qui est voisine de la connexion d'entrée 11.

Le couplage dans ce cas s'effectue directement entre les deux microbandes d'entrée-sortie 11 et 15. Puisque les microbandes 12 et 17, situées sur le bord opposé du boîtier, ne sont reliées à rien, le gain A des amplificateurs et le coefficient de transmission T du boîtier n'interviennent pas. Le signal de sortie V_s est directement dérivé du signal d'entrée V_e par le couplage $C_{e/s}$ entre les connexions 11 et 15 :

$$V_s = C_{e/s} \cdot V_e$$

$$C_{e/s} = (V_s/V_e)$$

Enfin, la figure 8 représente le cas de la mesure du coefficient de couplage entre une sortie et une entrée, situées sur un même bord du boîtier mais séparées par un écran constitué par une ou deux connexions 19 et 20 mises à la masse.

Le circuit de mesure utilisé est celui de la figure 2 ou de la figure 3 dans lesquelles deux amplificateurs 5 et 6 sont implantés en anti-parallèle ou tête-bêche. L'amplificateur 5 est connecté à deux connexions 11 et 12, et l'amplificateur 6 à deux connexions 15 et 16 : les connexions 12 et 16, voisines sur un bord du boîtier, sont couplées, et les connexions 11 et 15, sur un autre bord du boîtier, sont séparées par l'écran des connexions 19 et 20. S'il y a couplage entre 11 et 15, c'est par l'intermédiaire de 12 et 16.

Selon le cas de la figure 4, on a :

$$V_{s2} = A \cdot V_{e2} \cdot T$$

mais le signal V_{e2} , sur la connexion 16, n'existe que

parce qu'il y a couplage $C_{s/e}$ avec le signal V_{s1} sur la connexion 12

$$V_{e2} = C_{s/e} \cdot V_{s1} = C_{s/e} \cdot A \cdot V_{e1} \cdot T$$

donc

$$V_{s2} = A \cdot T \cdot C_{s/e} \cdot A \cdot V_{e1} \cdot T$$

$$C_{s/e} = 1/(A^2 \cdot T^2) \cdot (V_{s2}/V_{e1})$$

Les figures 4 à 8 sont représentées avec un circuit à deux amplificateurs selon les figures 1 et 2 : elles restent valables si au lieu de monter deux circuits dans un boîtier pour en faire les mesures dynamiques, on ne monte qu'un seul circuit selon la figure 3, dont les amplificateurs sont utilisés deux à deux, selon le type de mesure à faire.

Lorsqu'un boîtier est caractérisé en performance dynamique, le ou les circuits de mesure peuvent être désoudés, et le circuit intégré d'utilisation est soudé dans le boîtier.

Le champ d'application de l'invention couvre tous les secteurs de l'électronique rapide où se pose le problème de l'encapsulation de familles de circuits à très hautes performances. Il n'exclut absolument pas les nouvelles générations de circuits intégrés silicium présentant des spécifications en vitesse très intéressantes.

Revendications

1. Circuit de mesure des caractéristiques dynamiques d'un boîtier d'encapsulation pour circuit intégré rapide (≥ 1 GHz), caractérisé en ce qu'il comporte, supporté par un substrat en matériau semiconducteur (1) au moins deux amplificateurs (4, 5) identiques, dont :

- l'impédance d'entrée correspond à l'impédance d'entrée du circuit intégré à encapsuler dans le boîtier,

- l'impédance de sortie est identique à l'impédance de sortie dudit circuit intégré,

- les alimentations sont distinctes et le dessin d'implantation est très espacé pour que le couplage électrique soit nul,

- les métallisations des plots d'entrées (E) et de sorties (S) sont situées, sur les bords du substrat (1) pour que les liaisons extérieures soient courtes, lesdits bords étant choisis en regard des bords du boîtier d'encapsulation qui supportent des connexions d'accès extérieur (7, 8, 11, 12).

2. Circuit de mesure selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend deux amplificateurs (4, 5) montés en parallèle, dont les métallisations des plots d'entrées (E) sont voisines, sur un premier bord du substrat (1), et dont les métallisations des plots de sorties (S) sont voisines, sur un second bord du substrat (1).

3. Circuit de mesure selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend deux amplificateurs (5, 6) montés en anti-parallèle, dont les métallisations des plots d'entrée (E) du premier amplificateur (5) et de sortie (S) du second amplificateur (6) sont voisines, sur un premier bord du substrat (2), et dont les métallisations

des plots de sortie (S) du premier amplificateur (5) et d'entrée (E) du second amplificateur (6) sont voisines, sur un second bord du substrat (2).

4. Circuit de mesure selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend trois amplificateurs (4, 5, 6), dont deux (4, 5) sont montés en parallèle et deux (5, 6) sont montés en anti-parallèle.

5. Procédé de mesure des caractéristiques dynamiques d'un boîtier d'encapsulation de circuit intégré rapide, caractérisé en ce que, pour mesurer le coefficient de transmission T entre une connexion d'entrée (7) et une connexion de sortie (8) du boîtier :

- un circuit de mesure selon la revendication 1 est monté dans le boîtier,

- une connexion d'entrée (7) du boîtier est branchée par un ruban métallique (9) à l'entrée d'un amplificateur (4),

- une connexion de sortie (8) du boîtier est branchée par un ruban métallique (10) à la sortie du même amplificateur (4),

- un signal (V_e) est adressé sur la connexion d'entrée (7)

- le signal de sortie (V_s) est égal à :

$$V_s = A \cdot V_e \cdot T \text{ soit } T = (1/A) \cdot (V_s/V_e)$$

A étant le gain de l'amplificateur (4).

6. Procédé de mesure selon la revendication 5, caractérisé en ce que, pour mesurer le coefficient de couplage $C_{E/E}$ entre deux connexions d'entrées (7, 11), voisines du boîtier :

- le premier amplificateur (4) du circuit de mesure n'est pas branché en sortie,

- le second amplificateur (5), parallèle au premier (4), est branché sur une connexion d'entrée (11) et sur une connexion de sortie (12) du boîtier,

- un signal (V_e) est adressé sur la connexion d'entrée (7) du premier amplificateur (4)

- le signal de sortie (V_s) sur le second amplificateur (5) est égal à :

$$V_s = C_{E/E} \cdot A \cdot V_e \cdot T \text{ soit } C_{E/E} = (1/A \cdot T) \cdot (V_s/V_e)$$

7. Procédé de mesure selon la revendication 5, caractérisé en ce que, pour mesurer le coefficient de couplage $C_{S/S}$ entre deux connexions de sorties (8, 12), voisines, du boîtier :

- le premier amplificateur (4) du circuit de mesure est branché en entrée (7) et en sortie (8) sur deux connexions

- le second amplificateur (5), parallèle au premier (4), n'est pas branché en entrée, et est branché en sortie sur une connexion (12) du boîtier,

- un signal V_e est adressé sur la connexion d'entrée (7) du premier amplificateur (4)

- le signal de sortie (V_{s2}) sur le second amplificateur (5) est égal à :

$$V_{s2} = C_{S/S} \cdot A \cdot V_e \cdot T$$

$$\text{soit } C_{S/S} = (1/A \cdot T) \cdot (V_{s2}/V_e)$$

8. Procédé de mesure selon la revendication 5, caractérisé en ce que, pour mesurer le coefficient de couplage $C_{E/S}$ entre une connexion d'entrée (11) voisine d'une connexion de sortie (15) du boîtier,

- le premier amplificateur (5) n'est pas branché en sortie,

- le second amplificateur (6), anti-parallèle avec le premier (5), n'est pas branché en entrée,

- un signal (V_e) est adressé sur la connexion d'entrée (11) du premier amplificateur (5)

- le signal de sortie (V_s) sur le second amplificateur (6) est égal à :

$$V_s = C_{E/S} \cdot V_e$$

$$\text{soit } C_{E/S} = V_s/(V_e)$$

9. Procédé de mesure selon la revendication 5, caractérisé en ce que, pour mesurer le coefficient de couplage $C_{S/E}$ entre une connexion de sortie (12) voisine d'une connexion d'entrée (16) du boîtier :

- le premier amplificateur (5) est branché en entrée (11) et en sortie (12) sur deux connexions du boîtier,

- le second amplificateur (6) est branché en entrée (16) et en sortie (15) sur deux autres connexions du boîtier,

- la connexion d'entrée (11) du premier amplificateur (5) et la connexion de sortie (15) du second amplificateur (6) étant séparées par un écran (19, 20)

- un signal (V_{e1}) est adressé sur la connexion d'entrée (11) du premier amplificateur (5)

- le signal de sortie (V_{s2}) sur le second amplificateur (6) est égal à

$$V_{s2} = C_{S/E} \cdot V_{s1}$$

$$\text{soit } C_{S/E} = 1/(A^2 T^2) \cdot V_{s2}/(V_{e1})$$



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 87 40 2530

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.4)
D,A	FR-A-2 529 385 (THOMSON-CSF) * Revendication 1; page 10, lignes 20-36; figures 2,3 * ---	1,5,7	G 01 R 27/28 G 01 R 31/28 G 01 R 1/18
A	US-A-4 535 307 (T. TSUKII) * Résumé; colonne 5, lignes 33-53; colonne 6, lignes 33-40; figures 1,3-6 * -----	1,5	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
			G 01 R H 01 L H 04 B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 16-02-1988	Examineur PENZKOFER, B.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	